

10/563 919

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/008106

International filing date: 21 April 2005 (21.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-148991  
Filing date: 19 May 2004 (19.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 June 2005 (02.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2004年 5月19日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2004-148991

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2004-148991

出 願 人  
Applicant(s): ソニー株式会社

2005年 5月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 0490023304  
【提出日】 平成16年 5月19日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G06T 3/40  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
    【氏名】 五味 信一郎  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
    【氏名】 緒形 昌美  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
    【氏名】 上田 和彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002185  
    【氏名又は名称】 ソニー株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100102185  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 多田 繁範  
    【電話番号】 03-5950-1478  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 047267  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9713935

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置において、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出部と、

前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化処理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次出力するエッジ方向処理部と、

前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理部から出力される画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理部と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記エッジ方向処理部は、

前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に延長する直線上に、前記入力画像データの内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データを生成した後、

前記エッジ方向の内挿画像データのフィルタリング処理により、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次出力する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記エッジ方向処理部は、

前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じて、前記フィルタリング処理に供するタップ数を切り換える

ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記エッジ方向処理部における前記フィルタリング処理に供するタップ数の切り換えが

前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じて、重み付け係数を可変し、前記重み付け係数を用いてタップ数の異なるフィルタリング処理結果を重み付け加算することによる小数点以下の単位によるタップ数の切り換えである

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記エッジ方向へのエッジの信頼度が、前記エッジ方向に係る画素値の勾配の分散と前記エッジ勾配方向に係る画素値の勾配の分散との比率である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記エッジ勾配方向処理部は、

前記エッジ検出部の検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ勾配方向に延長する直線上に、前記エッジ方向処理部から出力される画素値による画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データを生成した後、

前記エッジ勾配方向の内挿画像データのフィルタリング処理により、前記出力画像データの画素値を順次出力する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記出力画像データは、

前記入力画像データに対してサンプリングピッチを変化させてなる画像データであり、

前記画像処理装置は、

前記入力画像データを補間演算処理して前記出力画像データのサンプリングピッチによる補間画像データを出力する補間処理部と、

前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を可変するブレンド比決定部と、

前記ブレンド用の重み付け係数により、前記エッジ勾配方向処理部から出力される画像データと、前記補間画像データとを重み付け加算処理して前記出力画像データを出力するブレンド処理部とを有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記エッジ方向へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を可変するブレンド比決定部と、

前記ブレンド用の重み付け係数により、前記エッジ勾配方向処理部から出力される画像データと、前記入力画像データとを重み付け加算処理して前記出力画像データを出力するブレンド処理部とを有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法において、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化処理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理ステップで検出された画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップと

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 10】

演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムにおいて、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化処理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理ステップで検出された画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップと

を備えることを特徴とする画像処理方法のプログラム。

【請求項 11】

演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体において、

前記画像処理方法のプログラムは、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、前記エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向に前記画像データを平滑化処理して、前記出力画像データの各画素に対応する画素値を順次出力するエッジ方向処理ステップと、

前記エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向処理ステップで検出された画素値を前記エッジ勾配方向に輪郭強調処理して、前記出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップと

を備えることを特徴とする画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体に関し、例えば解像度の変換に適用することができる。本発明は、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向、このエッジ勾配方向に直交するエッジ方向を検出し、エッジ勾配方向、エッジ方向にそれぞれエッジ強調、平滑化処理して出力画像データを生成することにより、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができるようにする。

【背景技術】

【0002】

従来、画像処理においては、例えば線型補間処理、バイキュービック変換処理により、解像度を変換するようになされており、例えば特開2003-224715号公報には、このような画像処理を簡易な構成により実行する方法が提案されるようになされている。

【0003】

しかしながらこのような画像処理においては、エッジの部分にジャギーが発生し、ジャギーが目立たなくなるように線型補間処理の特性、バイキュービック変換処理の特性を設定すると、画像より高周波成分が失われてシャープさの欠けたぼけた画像となる問題がある。なおこのような画像のぼけは、テクスチャーの部分で著しいことにより、テクスチャーの部分でこのような処理の特性を切り換えることも考えられるが、この場合、特性の切り換え箇所で異質感、ちらつきが発生する。

【特許文献1】特開2003-224715号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体を提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

かかる課題を解決するため請求項1の発明においては、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理部から出力される画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理部とを備えるようにする。

【0006】

また請求項9の発明においては、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法に適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理ステップで検出された画素値をエッジ勾配方向

に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップとを備えるようにする。

【0007】

また請求項10の発明においては、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムに適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理ステップで検出された画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップとを備えるようにする。

【0008】

また請求項11の発明においては、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体に適用して、画像処理方法のプログラムは、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理ステップと、エッジ検出ステップによる検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理ステップで検出された画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理ステップとを備えるようにする。

【0009】

請求項1の構成により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、エッジ勾配方向と直交するエッジ方向とを検出するエッジ検出部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向に画像データを平滑化処理して、出力画像データの各画素に対応する画素値を順次検出するエッジ方向処理部と、エッジ検出部の検出結果に基づいて、出力画像データの各画素毎に、エッジ方向処理部から出力される画素値をエッジ勾配方向に輪郭強調処理して、出力画像データの画素値を順次出力するエッジ勾配方向処理部とを備えるようにすれば、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と、このエッジ勾配方向に直交するエッジ方向とでそれぞれエッジ強調、平滑化処理して出力画像データを生成するができ、これに高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる。

【0010】

これにより請求項9、請求項10、請求項11の構成によれば、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる画像処理方法、画像処理方法のプログラム、画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体を提供することができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施例を詳述する。

【実施例1】

【0013】

(1) 実施例の構成

図1は、本発明の実施例1に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。この画像、

処理装置 1 は、演算処理手段である例えばデジタルシグナルプロセッサにより形成され、この演算処理手段により所定の処理プログラムを実行することにより、入力画像データである画像データ D 1 の解像度を図示しないコントローラにより指示された解像度に変換して出力する。これによりこの画像処理装置 1 では、画像データ D 1 による画像を拡大、縮小してなる出力画像データ D 2 を生成し、表示手段等により出力するようになされている。

【0014】

なおこの実施例において、この演算処理手段に係る処理プログラムにおいては、この画像処理装置にプリインストールされて提供されるようになされているものの、このような処理プログラムの提供にあつては、例えばインターネット等によるネットワークを介したダウンロードにより提供するようにしてもよく、さらには種々の記録媒体を介して提供するようにしてもよい。なおこのような記録媒体においては、光ディスク、メモリカード、着脱可能なハードディスク装置等、種々の記録媒体に広く適用することができる。

【0015】

この画像処理装置 1 において、エッジ検出部 2 は、画像データ D 1 の各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向、このエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する。すなわちエッジ検出部 2 において、勾配行列生成部 3 は、例えばラスタ走査順に順次注目画素を切り換え、図 2 に示すように、この注目画素を中心とした範囲 W における画素値を用いた演算処理により、次式により表される輝度勾配の行列 G を各画素毎に生成する。なおここで図 2 は、注目画素を中心にした x 方向及び y 方向の±3 画素をこの範囲 W に設定した例である。

【0016】

【数 1】

$$\begin{aligned}
 G &= \int_W g g^T w dA \\
 &= \sum_W \begin{pmatrix} g_x^{(i,j)} g_x^{(i,j)} w^{(i,j)} & g_x^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} \\ g_x^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} & g_y^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} \end{pmatrix} \\
 &\equiv \begin{pmatrix} G_{xx} & G_{xy} \\ G_{xy} & G_{yy} \end{pmatrix} \quad \dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

【0017】

また  $w^{(i,j)}$  は、(2) 式により表されるガウス型の重みであり、 $g$  は、画像輝度  $I$  の x 方向の偏微分  $g_x$  と、画像輝度  $I$  の y 方向の偏微分  $g_y$  とにより (3) 式で表される輝度勾配である。

【0018】

【数 2】

$$w^{(i,j)} = \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}\right) \quad \dots\dots (2)$$

【0019】



【数 3】

$$\begin{aligned} \mathbf{g} &= (\mathbf{g}_x, \mathbf{g}_y) \\ &= \left( \frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad \dots (3)$$

【0020】

これによりエッジ検出部2において、勾配行列生成部3は、注目画素を中心とした所定範囲Wについて、注目画素を基準にして重み付け処理してなる輝度勾配を検出するようになされている。

【0021】

エッジ検出部2において、続く固有値、固有ベクトル検出部4は、この勾配行列生成部3で生成した輝度勾配の行列Gを処理することにより、図3に示すように、注目画素において、画素値の勾配が最も大きい方向であるエッジ勾配方向v1、このエッジ勾配方向v1に直交する方向であるエッジ方向v2を検出する。またこれらエッジ勾配方向v1、エッジ方向v2について、それぞれ画素値の勾配の分散を示す固有値λ1、λ2を検出する。

【0022】

具体的に、固有値、固有ベクトル検出部4は、次式の演算処理により、エッジ勾配方向v1、エッジ方向v2、固有値λ1、λ2（λ1 ≥ λ2）を検出する。

【0023】

【数 4】

$$\lambda_1 = \frac{G_{xx} + G_{yy} + \sqrt{a}}{2} \quad \dots (4)$$

【0024】

【数 5】

$$\lambda_2 = \frac{G_{xx} + G_{yy} - \sqrt{a}}{2} \quad \dots (5)$$

【0025】

【数 6】

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_1 &= \frac{\mathbf{v}'_1}{\|\mathbf{v}'_1\|} \\ \mathbf{v}'_1 &= \left( \frac{G_{xx} - G_{yy} + \sqrt{a}}{2G_{xy}}, 1 \right) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

【0026】

【数 7】

$$v_2 = \frac{v'_2}{\|v'_2\|}$$

$$v'_2 = \left( \frac{G_{xx} - G_{yy} - \sqrt{a}}{2G_{xy}}, 1 \right) \quad \dots\dots (7)$$

【0027】

但し、aは、次式による。

【0028】

【数 8】

$$a = G_{xx}^2 + 4G_{xy}^2 - 2G_{xx}G_{yy} + G_{yy}^2 \quad \dots\dots (8)$$

【0029】

エッジ方向処理部5は、このようにしてエッジ検出部2で検出され画像データD1の注目画素に係るエッジ方向 $v_2$ に基づいて、解像度変換後の画像データD2に係る各画素のエッジ方向 $v_c$ を計算し、このエッジ方向 $v_c$ に基づく内挿処理により出力画像データD2の各画素Pcに対応する画素値を順次計算する。

【0030】

すなわちエッジ方向処理部5は、図4に示すように、計算対象である出力画像データD2の画素（以下、画像データD2に係る注目画素と呼ぶ）Pcに隣接してなる画像データD1の各画素（この図4の例ではP3、P4、P9、P10）について、次式の演算処理を実行することにより、画像データD1に係るこれら隣接する画素のエッジ方向 $v_2$ （ $v_3$ 、 $v_4$ 、 $v_9$ 、 $v_{10}$ ）を用いた内挿処理により注目画素Pcのエッジ方向 $v_c$ を計算する。

【0031】

【数 9】

$$v_c = (1 - t_y)((1 - t_x)v_3 + t_x v_4) + t_y((1 - t_x)v_9 + t_x v_{10}) \quad \dots\dots (9)$$

【0032】

なおここで、 $t_x$ 、 $t_y$ は、それぞれ画像データD1によるサンプリング点P3、P4、P9、P10をx方向及びy方向に内分する注目画素の座標値であり、 $0 \leq t_x \leq 1$ 、 $0 \leq t_y \leq 1$ である。

【0033】

さらにエッジ方向処理部5は、このようにして計算される注目画素Pcのエッジ方向 $v_c$ より、注目画素Pcのサンプリング点からエッジ方向 $v_c$ の直線上に、画像データD1のサンプリングピッチによるサンプリング点P-2、P-1、P1、P2を所定個数だけ設定する。さらにこのサンプリング点P-2、P-1、P1、P2と注目画素Pcとについて、画像データD1の画素値を用いた補間演算処理によりそれぞれ画素値を計算し、これによりエッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ方向 $v_c$ に延長する直線上に、入力画像データD1の内挿処理によるエッジ方向

の内挿画像データを生成する。

【0034】

またこのとき後述するエッジ方向範囲の決定部6による計算結果に従って、このようにして設定するサンプリング点の数を切り換え、また続くフィルタリングの処理を切り換え、これにより注目画素のエッジ方向 $v_c$ に係るエッジの信頼度に応じてフィルタリング処理のタップ数を切り換える。具体的に、例えば続くフィルタリングの処理を3タップのフィルタリングにより実行する場合、注目画素 $P_c$ については、周辺画素 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $P_9$ 、 $P_{10}$ を用いた線型補間により画素値を計算し、また同様にして前後のサンプリング点 $P_{-1}$ 、 $P_1$ については、それぞれ $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_8$ 、 $P_9$ 及び $P_4$ 、 $P_5$ 、 $P_{10}$ 、 $P_{11}$ を用いた線型補間により画素値を計算する。これに対して例えば続くフィルタリングの処理を5タップのフィルタリングにより実行する場合、注目画素 $P_c$ については、周辺画素 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $P_9$ 、 $P_{10}$ を用いた線型補間により画素値を計算し、また同様にしてサンプリング点 $P_{-2}$ 、 $P_{-1}$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ について、画素値を計算する。

【0035】

続いてエッジ方向処理部5は、このようにして計算したサンプリング点 $P_{-2}$ 、 $P_{-1}$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 及び注目画素 $P_c$ の画素値をフィルタリング処理により平滑化処理し、注目画素 $P_c$ の画素値 $P'_c$ を決定する。すなわち3タップのフィルタリングによる場合には、例えば次式の演算処理により注目画素 $P_c$ の画素値 $P'_c$ を計算する。

【0036】

【数10】

$$P'_c = 0.25 \times P_{-1} + 0.5 \times P_c + 0.25 \times P_{+1} \quad \cdots (10)$$

【0037】

これに対して5タップのフィルタリングによる場合には、例えば次式の演算処理により注目画素 $P_c$ の画素値 $P'_c$ を計算する。

【0038】

【数11】

$$P'_c = 0.0625 \times P_{-2} + 0.25 \times P_{-1} + 0.375 \times P_c \\ + 0.25 \times P_{+1} + 0.0625 \times P_{+2} \quad \cdots (11)$$

【0039】

これらによりこの実施例においては、エッジ方向の内挿画像データの平滑化処理により、出力画像データD2の画素に対応する画素値を計算するようになされ、これにより高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、エッジにおけるジャギーの発生を防止するようになされている。なおこれら内挿画像データの生成に供する補間演算処理にあっては、隣接する近傍画素の画素値を用いた線型補間に限らず、種々の周辺画素を用いた種々の補間演算処理方法を広く適用することができる。またこの内挿画像データを用いたフィルタリング処理に係る演算処理についても、(10)式、(11)式について上述した演算処理に限らず、種々の重み付け係数による補間演算処理を広く適用することができる。

【0040】

ところでこのように画素毎にエッジ方向を検出して画像データD2に係る画素値を計算する場合、エッジでは無い箇所では輝度勾配と直交する方向に平滑化処理する恐れもある。このような場合に、大きな範囲である多くのタップ数によりフィルタリング処理したのでは、却って画質を劣化することになる。しかしながらこれとは逆に、エッジの部分では、

大きな範囲でフィルタリング処理して、一段と確実にジャギーの発生を防止して滑らかなエッジを形成することができる。

#### 【0041】

これによりこの実施例では、画素毎にフィルタリング処理するタップ数を切り換え、これにより画素毎にエッジ方向に平滑化処理する範囲を可変する。またこのような平滑化処理する範囲をエッジ方向 $v_c$ へのエッジの信頼度により可変し、これにより平滑化処理による画質劣化を防止する。

#### 【0042】

具体的に、この実施例では、エッジ方向 $v_2$ の固有値 $\lambda_2$ と、エッジ勾配方向 $v_1$ の固有値 $\lambda_1$ との比率 $\lambda_2/\lambda_1$ により、このようなエッジ方向 $v_c$ へのエッジの信頼度を検出する。すなわちこの比率 $\lambda_2/\lambda_1$ が小さい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向 $v_1$ の画素値の勾配が支配的であり、エッジ方向 $v_2$ に強いエッジであると判断することができる。これによりエッジ方向処理範囲の決定部6は、図5に示すように、この比率 $\lambda_2/\lambda_1$ が一定の範囲 $\lambda_2/\lambda_{1min}$ 、 $\lambda_2/\lambda_{1max}$ においては、変数比率 $\lambda_2/\lambda_1$ の値が低下するに従ってほぼ直線的に値が増加し、比率 $\lambda_2/\lambda_1$ の値がこの一定の範囲 $\lambda_2/\lambda_{1min}$ 、 $\lambda_2/\lambda_{1max}$ 以外の場合には、それぞれ最大値 $p_{max}$ 及び最小値 $p_{min}$ となるパラメータ $p$ を生成する。これによりエッジ方向へのエッジの信頼度に応じて値の変化するパラメータ $p$ を生成する。

#### 【0043】

またエッジ勾配方向 $v_1$ の固有値 $\lambda_1$ が大きい場合、エッジを挟んでコントラストが大きい場合であり、はっきりとしたエッジであると言える。これによりエッジ方向処理範囲の決定部6は、図6に示すように、所定の範囲 $\lambda_{1min}$ 、 $\lambda_{1max}$ で、固有値 $\lambda_1$ に応じてほぼ直線的に値が増加し、これらの範囲 $\lambda_{1min}$ 、 $\lambda_{1max}$ では、それぞれ下限値 $q_{min}$ 、上限値 $q_{max}$ となるパラメータ $q$ を生成する。これによりエッジの立ち上がりに応じて値の変化するパラメータ $q$ を生成する。

#### 【0044】

エッジ方向処理範囲の決定部6は、これら2つのパラメータ $p$ 及び $q$ について、次式により表される乗算処理を実行し、これによりエッジ方向処理に係るフィルタリング処理の範囲 $r$ を計算する。

#### 【0045】

##### 【数12】

$$r = p \times q$$

..... (12)

#### 【0046】

なおエッジ方向処理範囲の決定部6においては、エッジ方向処理部5の処理に係る画像データD2のサンプリング点に対応するように、画像データD1のサンプリング点による固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を画像データD2のサンプリング点に係る固有値に変換してフィルタリング処理の範囲 $r$ を計算する。この場合に、画像データD1のサンプリング点によりフィルタリング処理の範囲 $r$ を計算した後、この計算結果の内挿処理により画像データD2のサンプリング点に係るフィルタリング処理の範囲 $r$ を計算するようにしてもよく、またこれとは逆に、画像データD1のサンプリング点に係る固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を内挿処理して画像データD2のサンプリング点に係る固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を計算した後、この計算結果から画像データD2のサンプリング点に係るフィルタリング処理の範囲 $r$ を計算するようにしてもよい。

#### 【0047】

しかしてエッジ方向処理部5は、このようにして計算される範囲 $r$ によりフィルタリング処理のタップ数を切り換えて画像データD2に係る注目画素 $P_c$ の画素値 $P_c'$ を計算する。

【0048】

このフィルタリングの処理において、エッジ方向処理部5は、フィルタリング結果の融合処理を実行することにより、実数値のタップ数によりフィルタリング処理を実行し、これにより整数値のタップ数によりフィルタリング処理した場合の、タップ数の切り換え時における不自然さを解消する。

【0049】

すなわちエッジ方向処理部5では、次式により示される整数値によるタップ数のフィルタが定義される。なおここでこの実施例において、この整数値のタップ数は、1、3、5、……による奇数値が適用される。

【0050】

【数13】

$$n_{integer}^{-1} = \text{floor}(n_{real})$$

$$n_{integer}^{+1} = \text{ceil}(n_{real}) \quad \dots\dots (13)$$

【0051】

ここで $\text{floor}(n)$ は、 $n$ を越えない最大の整数のタップ数であり、 $\text{ceil}(n)$ は、 $n$ 以上の最小の整数のタップ数である。また $n_{real}$ は、(12)式により計算された範囲 $r$ が適用される。これにより $n=3.5$ の場合、 $\text{floor}(n)$ はタップ数3であり、 $\text{ceil}(n)$ はタップ数5となる。

【0052】

フィルタリング結果の融合処理は、これら2種類のフィルタリング処理結果を用いて次式の演算処理を実行することにより、実数値によるフィルタリング処理結果 $f(n)$ を計算して実行される。これによりエッジ方向処理部5は、フィルタリング処理の範囲 $r$ によりこれら2種類のタップ数によるフィルタリング処理を実行し、さらにこれら2種類のフィルタリング処理結果を用いて(14)式の演算処理を実行することにより、画像データD2に係る注目画素 $P_c$ の画素値 $P_c'$ を計算する。これによりエッジ方向処理部5は、エッジ方向へのエッジの信頼度に応じたタップ数によりフィルタリング処理して画像データD2に係る注目画素 $P_c$ の画素値 $P_c'$ を計算するようにして、このタップ数を少数点以下の単位で可変するようになされている。

【0053】

【数14】

$$f(n) = \alpha f(n_{integer}^{-1}) + (1 - \alpha) f(n_{integer}^{+1}) \quad \dots\dots (14)$$

$$\text{ここで } \alpha = (n_{integer}^{+1} - n_{real}) / 2。$$

【0054】

エッジ勾配方向処理部7は、このようにしてエッジ方向処理部5で計算される画像データD2に係る注目画素 $P_c$ の画素値 $P_c'$ を用いて、エッジ勾配方向 $v_1$ に輪郭強調処理を実行する。すなわちエッジ勾配方向処理部7は、図7に示すように、エッジ方向処理部5において、画像データD2に係る注目画素 $P_c$ でエッジ方向 $v_c$ を計算したと同様に、画像データD1に係る隣接するサンプリング点のエッジ勾配方向 $v_1$ より、画像データD2に係る注目画素 $P_c$ のエッジ勾配方向 $v_g$ を計算する。

【0055】

さらにエッジ勾配方向処理部7は、このようにして計算される注目画素 $P_{cc}$ のエッジ勾配方向 $v_g$ より、注目画素 $P_{cc}$ のサンプリング点からエッジ勾配方向 $v_g$ の直線上に、画像データD2のサンプリングピッチによるサンプリング点 $P_{c-1}$ 、 $P_{c+1}$ を所定個数だけ設定する。さらにこのサンプリング点 $P_{c-1}$ 、 $P_{c+1}$ と注目画素 $P_{cc}$ について、エッジ方向処理部5から出力される画素値を用いた補間演算処理によりそれぞれ画素値を計算する。これによりエッジ方向処理部5は、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ勾配方向 $v_g$ に延長する直線上に、エッジ方向処理部5から出力される画素値による画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データを生成するようになされている。

#### 【0056】

続いてエッジ方向処理部5は、このようにして計算したサンプリング点 $P_{c-1}$ 、 $P_{c+1}$ と注目画素 $P_{cc}$ の画素値をフィルタリング処理し、注目画素 $P_{cc}$ の画素値 $P_{cc}'$ を決定する。しかしてこの図7の例にあっては、3タップにより注目画素 $P_{cc}$ の画素値 $P_{cc}'$ を計算する場合であり、サンプリング点 $P_{c-1}$ の画素値にあっては、周辺のサンプリング点 $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$ 、 $P_{c4}$ 、 $P_{cc}$ による線型補間により生成され、またサンプリング点 $P_{c+1}$ の画素値にあっては、周辺のサンプリング点 $P_{cc}$ 、 $P_{c5}$ 、 $P_{c7}$ 、 $P_{c8}$ による線型補間により生成されるようになされている。これによりエッジ方向処理部5は、エッジを横切る方向に輪郭強調するようになされている。なおこれら内挿画像データの生成に供する補間演算処理にあっては、このような隣接する近傍画素の画素値を用いた線型補間に限らず、種々の周辺画素を用いた補間演算処理方法を広く適用することができる。またこの内挿画像データを用いたフィルタリング処理に係る演算処理についても、種々の重み付け係数による補間演算処理を広く適用することができる。

#### 【0057】

補間処理部8は、例えば線型補間処理、バイキュービック変換処理により、画像データD1の解像度を変換して画像データD2に対応するサンプリングピッチによる画素値 $P_a$ を出力する。

#### 【0058】

ブレンド比決定部9は、エッジ方向 $v_c$ へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を生成する。すなわち上述したようにエッジ方向に平滑化処理し、エッジと直交する方向に輪郭強調する場合にあっては、自然画において、不自然に輪郭強調する場合がある。このためこの実施例においては、別途、補間処理部8で従来手法により生成した画像データD2に係る画素値 $P_a$ と、エッジ勾配方向処理部7で生成される画素値 $P_{cc}'$ とをブレンド処理部10により重み付け加算して画像データD2を生成するようになされ、ブレンド比決定部9は、この重み付け加算処理に係る重み付け係数を可変する。またこの重み付け係数の可変を、エッジ方向へのエッジの信頼度により可変し、これにより過度なエッジに係る処理の不自然さを防止する。またこのエッジ方向へのエッジの信頼度に、エッジ方向 $v_2$ の固有値 $\lambda_2$ と、エッジ勾配方向 $v_1$ の固有値 $\lambda_1$ との比率 $\lambda_2/\lambda_1$ を適用して処理する。

#### 【0059】

具体的に、この比率 $\lambda_2/\lambda_1$ が小さい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向 $v_1$ の、勾配が支配的であり、エッジ方向 $v_2$ に強いエッジであると判断することができる。これによりブレンド比決定部9は、図8に示すように、この比率 $\lambda_2/\lambda_1$ が一定の範囲 $\lambda_2/\lambda_1 \min$ 、 $\lambda_2/\lambda_1 \max$ においては、比率 $\lambda_2/\lambda_1$ の値が低下するに従ってほぼ直線的に値が増加し、変数比率 $\lambda_2/\lambda_1$ の値がこの一定の範囲 $\lambda_2/\lambda_1 \min$ 、 $\lambda_2/\lambda_1 \max$ 以外の場合には、それぞれ最大値 $s_{\max}$ 及び最小値 $s_{\min}$ となるパラメータ $s$ を生成する。これによりエッジ方向へのエッジの信頼度に応じて値の変化するパラメータ $s$ を生成する。

#### 【0060】

またエッジ勾配方向 $v_1$ の固有値 $\lambda_1$ が大きい場合、エッジを挟んでコントラストが大きい場合であり、はっきりとしたエッジであると言える。これによりブレンド比決定部9

は、図9に示すように、所定の範囲 $\lambda_{min}$ 、 $\lambda_{max}$ で、固有値 $\lambda_1$ に応じてほぼ直線的に値が増加し、これらの範囲 $\lambda_{min}$ 、 $\lambda_{max}$ では、それぞれ下限値 $t_{min}$ 、上限値 $t_{max}$ となるパラメータ $t$ を生成する。これによりエッジの立ち上がりに応じて値の変化するパラメータ $t$ を生成する。

【0061】

ブレンド比決定部9は、これら2つのパラメータ $s$ 及び $t$ について、次式により表される乗算処理を実行し、これによりブレンド用の重み付け係数 $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )を計算する。

【0062】

【数15】

$$\beta = s \times t$$

..... (15)

【0063】

なおブレンド比決定部9においては、画像データD2に係るサンプリング点に対応するように、画像データD1のサンプリング点による固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を画像データD2のサンプリング点に係る固有値に変換してブレンド用の重み付け係数 $\alpha$ を計算する。この場合に、画像データD1のサンプリング点によりブレンド用の重み付け係数 $\alpha$ を計算した後、この計算結果の内挿処理により画像データD2のサンプリング点に係るブレンド用の重み付け係数 $\alpha$ を計算するようにしてもよく、またこれとは逆に、画像データD1のサンプリング点に係る固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を内挿処理して画像データD2のサンプリング点に係る固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を計算した後、この計算結果から画像データD2のサンプリング点に係るブレンド用の重み付け係数 $\beta$ を計算するようにしてもよい。

【0064】

ブレンド処理部10は、次式の演算処理を実行することにより、エッジ勾配方向処理部7で計算される画素値 $P_{cc'}$ による画像データS3と、補間処理部8で計算される画素値 $P_a$ による画像データS11とをブレンド比決定部9による重み付け係数 $\alpha$ により重み付け加算処理し、その処理結果を画像データD2により出力する。

【0065】

【数16】

$$S4 = \beta \times S3 + (1 - \beta) \times S11$$

..... (16)

【0066】

(2) 実施例の動作

以上の構成において、入力画像データD1は(図1)、エッジ検出部2に入力され、ここで各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向 $v_1$ と、このエッジ勾配方向 $v_1$ と直交するエッジ方向 $v_2$ とが順次検出される(図2及び図3)。また入力画像データD1は、エッジ方向処理部5に入力され、ここでエッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ方向 $v_2$ に画像データを平滑化処理して、出力画像データD2の各画素に対応する画素値 $P_c$ が順次計算される。またこの計算結果により画素値 $P_c$ がエッジ勾配方向処理部7に入力され、ここでエッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ勾配方向 $v_1$ に輪郭強調処理され、出力画像データD2の画素値が計算される。これにより入力画像データD1は、エッジ方向 $v_2$ には平滑化処理されることにより、ジャギーの発生を有効に回避することができる。またエッジ方向 $v_2$ と直交する方向であるエッジ勾配方向 $v_1$ には、輪郭強調され、

これによりエッジ方向と直交する方向については、高周波成分が強調され、これらにより高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止して画像データD2に変換される。

#### 【0067】

このようにして一連の処理を実行するにつき、入力画像データD1は、エッジ方向処理部5において(図4)、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ方向 $v_2$ に延長する直線上に、入力画像データD1の内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データPcが生成され、このようにして生成されるエッジ方向の内挿画像データPcのフィルタリング処理により、出力画像データD2の各画素に対応する画素値Pc'が順次計算される。これによりこのフィルタリング処理に係る特性の設定により、エッジ方向 $v_2$ について平滑化処理され、ジャギーの発生が有効に回避される。

#### 【0068】

入力画像データD1は、エッジ検出部2において、勾配行列生成部3で各画素毎に輝度勾配の行列Gが生成され、この輝度勾配の行列Gが続く固有値、固有ベクトル検出部4により処理されて、エッジ勾配方向 $v_1$ 、エッジ方向 $v_2$ とが検出される。またこのとき併せてエッジ勾配方向 $v_1$ 、エッジ方向 $v_2$ に係る画素値の勾配の分散を示す固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ が計算される。

#### 【0069】

このエッジ検出部2における計算結果のうち、固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ は、エッジ方向処理範囲の決定部6において、固有値 $\lambda_2$ と固有値 $\lambda_1$ の比率 $\lambda_2/\lambda_1$ が計算され、この比率 $\lambda_2/\lambda_1$ にあっては、エッジ勾配方向の画素勾配が支配的である場合程、値が小さくなり、これによりエッジの信頼度が検出される。これによりエッジ方向処理範囲の決定部6において、この比率 $\lambda_2/\lambda_1$ によりエッジの信頼度を示すパラメータpが生成される(図5)。これによりこの実施例では、エッジ勾配方向 $v_1$ 、エッジ方向 $v_2$ の計算に供する勾配行列gを有効に利用して、エッジの信頼度が計算される。また固有値 $\lambda_1$ にあってはエッジの強さを示すことにより、この固有値 $\lambda_1$ によりパラメータpに対応するパラメータqが生成される(図6)。またこれらパラメータp及びqの乗算により、フィルタリング処理の範囲rが計算される。

#### 【0070】

入力画像データD1は、エッジ方向処理部5において、エッジ方向の内挿画像データPcをフィルタリング処理して出力画像データD2の画素値Pc'を生成する際に、このようにしてエッジ方向処理範囲の決定部6で生成されたフィルタリング処理の範囲rによりフィルタリング処理のタップ数が切り換えられ、エッジの信頼度が高い場合には、広い範囲によりエッジ方向の内挿画像データPcをフィルタリング処理して出力画像データD2の画素値Pc'が生成されるのに対し、エッジの信頼度が低い場合には、狭い範囲によりフィルタリング処理して出力画像データD2の画素値Pc'が生成される。これにより入力画像データD1は、エッジ方向 $v_2$ に係るフィルタリング処理のタップ数が、エッジの信頼度により切り換えられ、エッジ以外の部位における過度の平滑化処理が防止され、画質劣化が有効に回避される。

#### 【0071】

またこのようにして平滑化処理するにつき、画像データD1は、エッジ方向 $v_2$ へのエッジの信頼度に応じて、フィルタリング処理の重み付け係数 $\alpha$ を切り換え((12)式)、この重み付け係数 $\alpha$ を用いてタップ数の異なるフィルタリング処理結果を重み付け加算((14)式)することにより、このようなタップ数の切り換えが小数点以下の単位により実行され、これにより整数値によるタップ数の切り換え時における不自然さが解消される。

#### 【0072】

このようにエッジ方向処理部5で計算されてなる画像データは、エッジ勾配方向処理部7において、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ勾配方向 $v_1$ に延長する直線上に、エッジ方向処理部5から出力される画素値によ



る画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データ  $P_{cc}$  が生成され（図7）、このエッジ勾配方向の内挿画像データ  $P_{cc}$  のフィルタリング処理により、出力画像データ  $D_2$  の画素値  $P_{cc}'$  が計算される。これによりこのフィルタリング処理に係る特性の設定により、エッジ勾配方向  $v_1$  について輪郭強調処理されて画像データ  $D_2$  が生成される。

#### 【0073】

しかしながらこのようにして生成されてなるエッジ勾配方向処理部7の出力データにおいては、自然画に係る画像データ  $D_1$  を処理した場合に、過度に輪郭が強調される場合もある。これにより画像データ  $D_1$  は、補間処理部8において、従来手法による補間処理により出力画像データ  $D_2$  の各画素毎に画素値  $P_a'$  が計算される。しかしてこのようにして補間処理部8で従来手法により生成される画像データ  $S_{11}$  は、高周波成分が失われているものの、過度には輪郭が強調されていないことになる。

#### 【0074】

画像データ  $D_1$  は、この補間処理部8からの画像データ  $S_{11}$  と、エッジ勾配方向処理部7からの画像データ  $S_3$  とが、ブレンド処理部10において、画像に応じて重み付け加算処理されて出力画像データ  $D_2$  が生成され、これにより過度に輪郭が強調されている部位については、従来手法による画素値  $P_a'$  により補正されて出力画像データ  $D_2$  が生成される。これによりこの実施例では、過度な輪郭強調による画質劣化が防止される。

#### 【0075】

この実施例では、エッジ方向処理範囲の決定部6においてフィルタリング処理範囲  $r$  を計算した場合と同様に、固有値  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  による比率  $\lambda_2/\lambda_1$  によりエッジの信頼度が計算され、このエッジの信頼度によりブレンド処理部10における重み付け加算処理の重み付け係数  $\beta$  が計算される（図8）。また固有値  $\lambda_1$  によって重み付け係数  $\beta$  が補正される（図9）。これによりこの実施例では、このような過度の輪郭強調を防止する処理についても、エッジ勾配方向  $v_1$ 、エッジ方向  $v_2$  の計算に供する勾配行列  $g$  を有効に利用して、エッジの信頼度が計算され、このエッジの信頼度により重み付け係数  $\beta$  が設定され、これらにより簡易な構成により過度の輪郭強調が防止される。

#### 【0076】

##### （3）実施例の効果

以上の構成によれば、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向  $v_1$ 、このエッジ勾配方向  $v_1$  に直交するエッジ方向  $v_2$  を検出し、エッジ勾配方向  $v_1$ 、エッジ方向  $v_2$  にそれぞれエッジ強調、平滑化処理して出力画像データ  $D_2$  を生成することにより、高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、ジャギーの発生を防止することができる。

#### 【0077】

またこの平滑化処理に係るフィルタリング処理にあっては、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データ  $D_2$  の各画素毎に、エッジ方向  $v_2$  に延長する直線上に、入力画像データ  $D_1$  の内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データ  $P_c$  を生成した後、このエッジ方向の内挿画像データ  $P_c$  のフィルタリング処理により、出力画像データ  $D_2$  の各画素に対応する画素値  $P_c'$  を順次検出することにより、このフィルタリング処理に係る特性を種々に設定して所望の特性により平滑化処理することができる。

#### 【0078】

またエッジ方向  $v_2$  へのエッジの信頼度に応じて、このフィルタリング処理に供するタップ数を切り換えることにより、エッジ以外の部分における誤った平滑化処理を防止することができる。

#### 【0079】

またエッジ方向  $v_2$  へのエッジの信頼度に応じて、このフィルタリング処理の重み付け係数  $\alpha$  を可変し、フィルタリング処理の重み付け係数  $\alpha$  を用いてタップ数の異なるフィルタリング処理結果を重み付け加算することによる小数点以下の単位によるタップ数の切り換えにより、このタップ数の切り換えを実行することにより、整数値によるタップ数の切り換え時における不自然さを有効に回避することができる。

#### 【0080】

またこのエッジ方向 $v_2$ へのエッジの信頼度が、エッジ方向 $v_2$ に係る画素値の勾配の分散 $\lambda_2$ とエッジ勾配方向 $v_1$ に係る画素値の勾配の分散 $\lambda_1$ との比率であることにより、エッジ勾配方向 $v_1$ 、エッジ方向 $v_2$ の検出に供する構成を有効に利用して、タップ数の切り換え時における不自然さを有効に回避することができる。

#### 【0081】

これに対して輪郭強調の処理にあつては、エッジ検出部2の検出結果に基づいて、出力画像データD2の各画素毎に、エッジ勾配方向 $v_1$ に延長する直線上に、エッジ方向処理部5から出力される画素値 $P_c'$ による画像データ $P_c$ の内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データ $P_{cc}$ を生成した後、このエッジ勾配方向の内挿画像データ $P_{cc}$ のフィルタリング処理により実行することにより、このフィルタリング処理の特性を種々に設定して所望の特性により輪郭強調することができる。

#### 【0082】

また出力画像データD2のサンプリングピッチを入力画像データD1のサンプリングピッチと異ならせるようにして一連の処理を実行することにより、平滑化処理、輪郭強調処理において、併せてサンプリングピッチを変更するようにして、別途、補間処理部8により入力画像データD1を補間画像データS11に変換すると共に、エッジ方向 $v_2$ へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数 $\beta$ を可変し、このブレンド用の重み付け係数 $\beta$ により、エッジ勾配方向処理部から出力される画像データS3と、補間画像データS11とを重み付け加算処理して出力画像データD2を出力することにより、自然画における過度の輪郭強調を有効に回避することができる。

#### 【実施例2】

#### 【0083】

なお上述の実施例においては、タップ数の切り換えによりエッジ方向に係る平滑化処理範囲を可変する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、平滑化処理に係る重み付け係数の可変により、等化的にタップ数を切り換えるようにしてもよい。

#### 【0084】

また上述の実施例においては、平滑化処理範囲、ブレンド処理部における重み付け加算処理を固有値 $\lambda_2$ 、 $\lambda_1$ の比率、固有値 $\lambda_1$ により可変する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な特性を確保できる場合には、固有値 $\lambda_2$ 、 $\lambda_1$ の比率だけで可変するようにしてもよい。またこのような固有値 $\lambda_2$ 、 $\lambda_1$ の比率、固有値 $\lambda_1$ によるエッジの信頼度の検出に代えて種々の輪郭検出手法を適用することもできる。またブレンド処理部の重み付け加算処理に係る過度の輪郭補正にあつては、自然画において、木の葉が密集しているような箇所が発生することにより、例えば周波数特性等により検出される画像各部の特徴により可変するようにしてもよい。

#### 【0085】

また上述の実施例においては、平滑化処理範囲、ブレンド処理部における重み付け加算処理を可変する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な特性を確保できる場合には、これらの処理を省略するようにしてもよく、さらには画像の種類によって、これら何れかの処理、これら双方の処理を省略するようにしてもよい。

#### 【0086】

また上述の実施例においては、入力画像データD1のサンプリングピッチを可変して画像を拡大、縮小する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、輪郭補正の処理にも広く適用することができる。この場合、エッジ方向処理部、エッジ勾配方向処理部においては、入力画像データのサンプリングピッチと等しい出力画像データのサンプリングピッチにより一連の処理を実行するようにし、また補間処理の構成を省略して、ブレンド処理部10においては、エッジ勾配方向処理部7の出力データと入力画像データとを重み付け加算することにより、単に入力画像データを輪郭強調することができる。

#### 【0087】

また上述の実施例においては、演算処理手段により所定のプログラムを実行して画像デ

ータを処理する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ハードウェアの構成により画像データを処理する場合にも広く適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0088】

本発明は、例えば解像度の変換に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】 本発明の実施例に係る画像処理装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】 画素勾配の行列の生成に供する略線図である。

【図3】 エッジ勾配方向及びエッジ方向の説明に供する略線図である。

【図4】 エッジ方向処理部の動作の説明に供する略線図である。

【図5】 平滑化処理範囲の設定に供するパラメータを示す特性曲線図である。

【図6】 平滑化処理範囲の設定に供する他のパラメータを示す特性曲線図である。

【図7】 エッジ勾配方向処理部の動作の説明に供する略線図である。

【図8】 ブレンド処理部の設定に供するパラメータを示す特性曲線図である。

【図9】 ブレンド処理部の設定に供する他のパラメータを示す特性曲線図である。

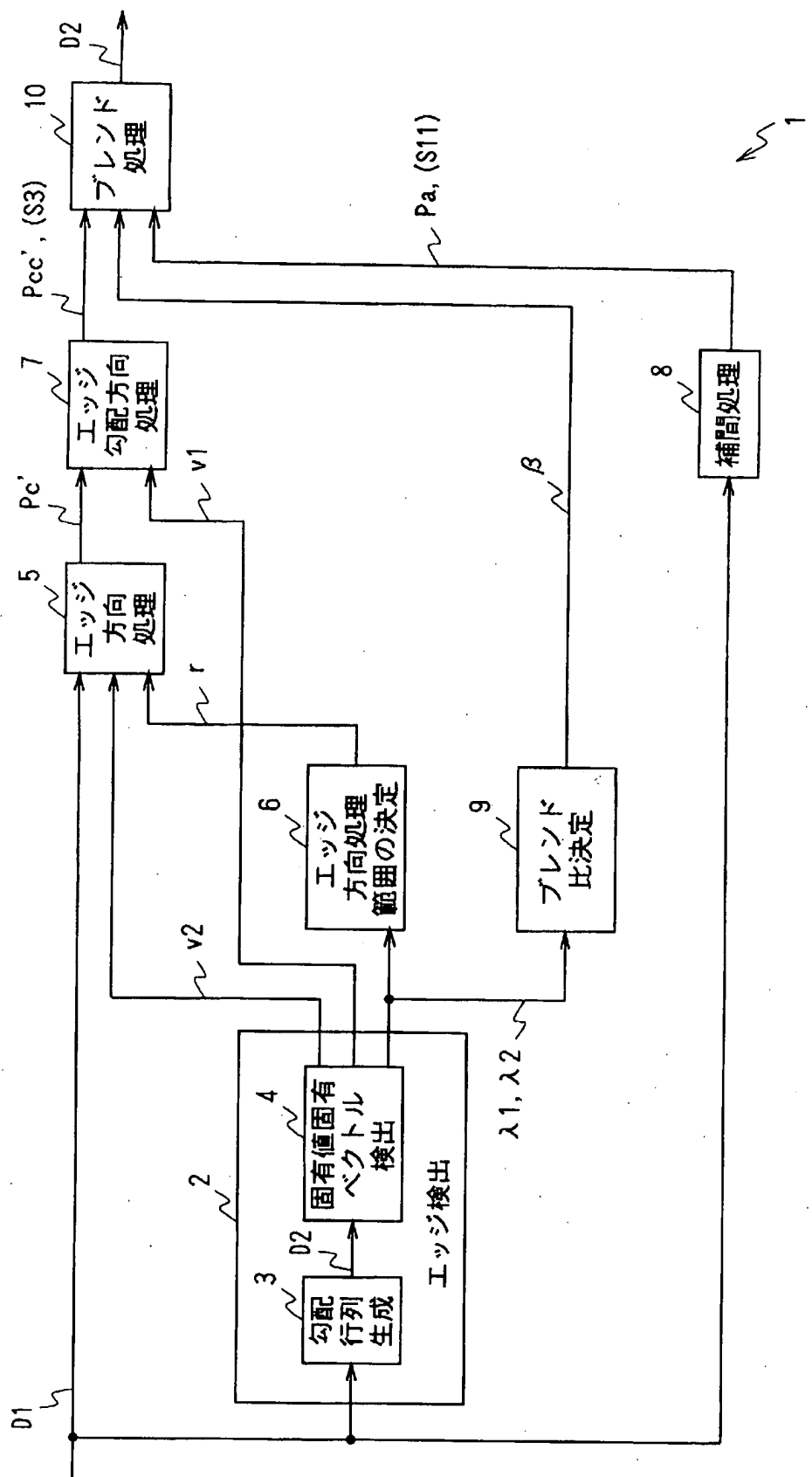
【符号の説明】

【0090】

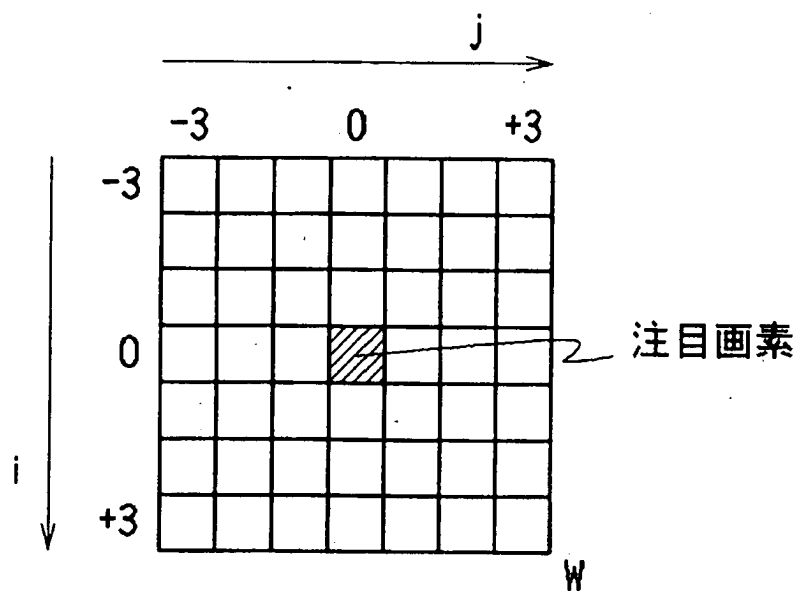
1 …… 画像処理装置、 2 …… エッジ検出部、 3 …… 勾配行列生成部、 4 …… 固有値、固有ベクトル検出部、 5 …… エッジ方向処理部、 6 …… エッジ方向処理範囲の決定部、 7 …… エッジ勾配方向処理部、 8 …… 補間処理部、 9 …… ブレンド比決定部、 10 …… ブレンド処理部



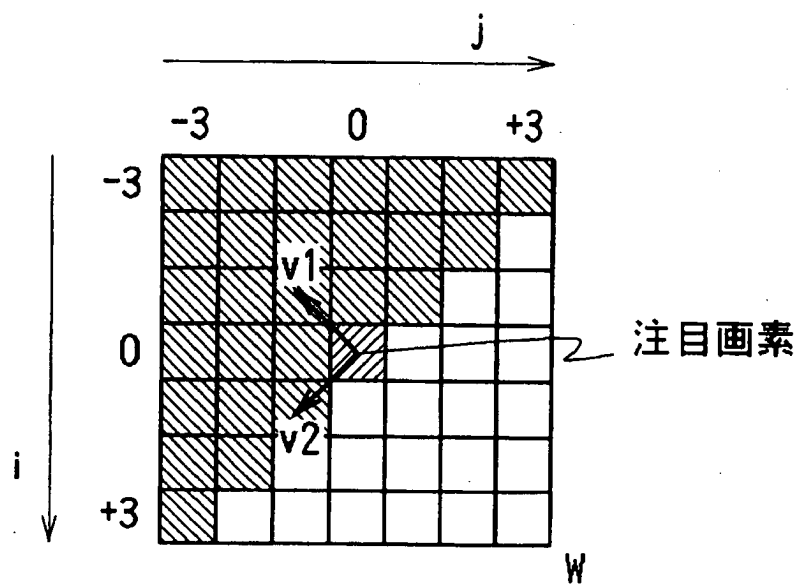
【図 1】

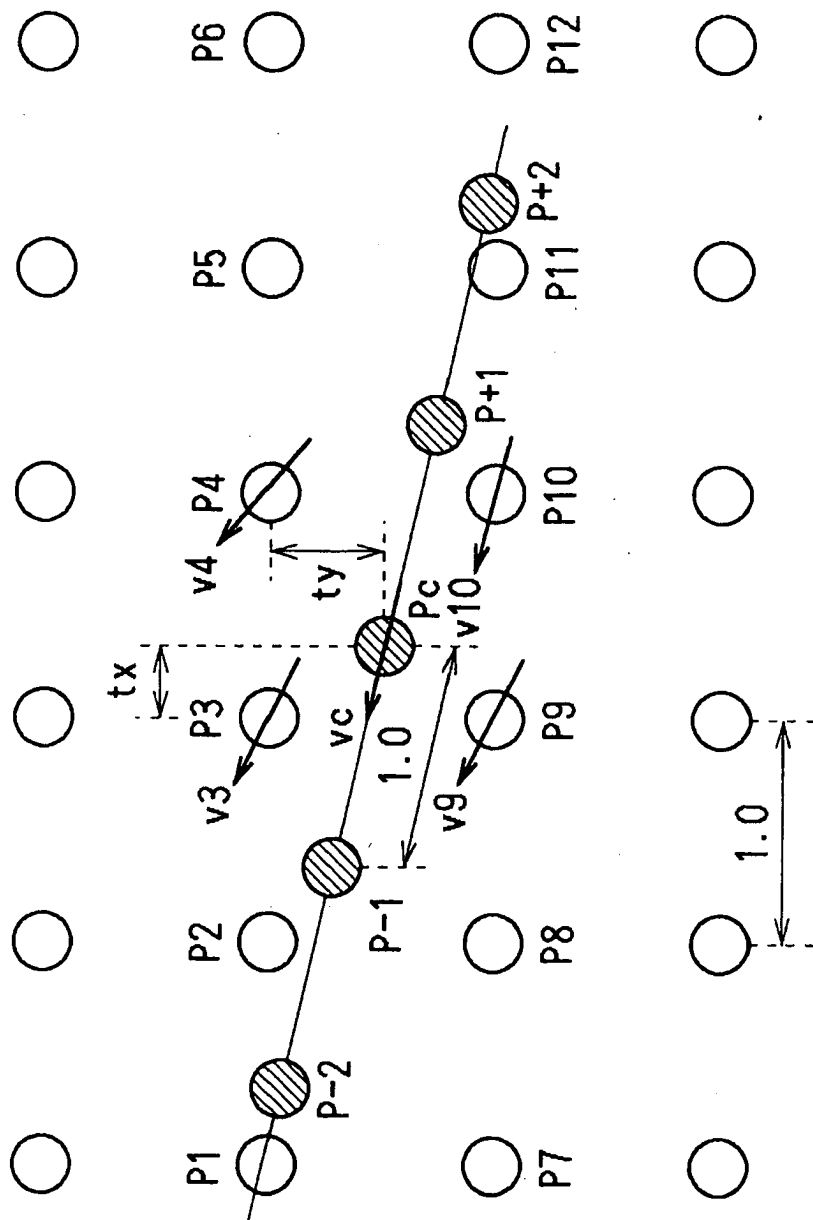


【図 2】

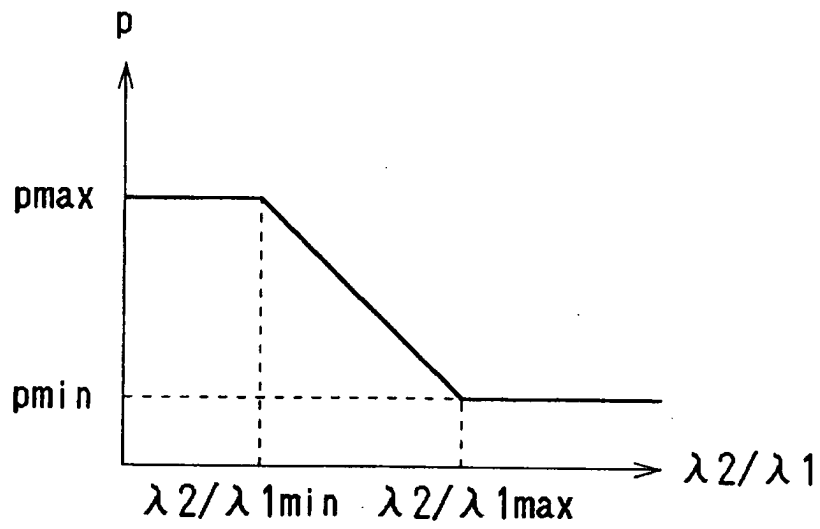


【図 3】

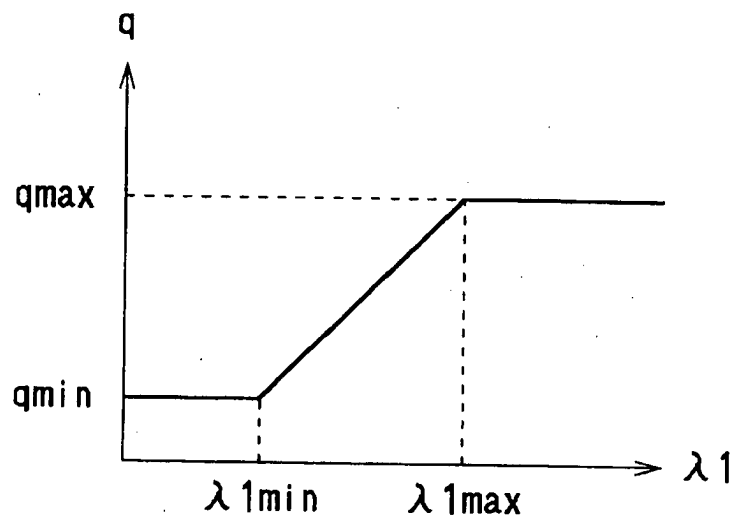




【图 5】

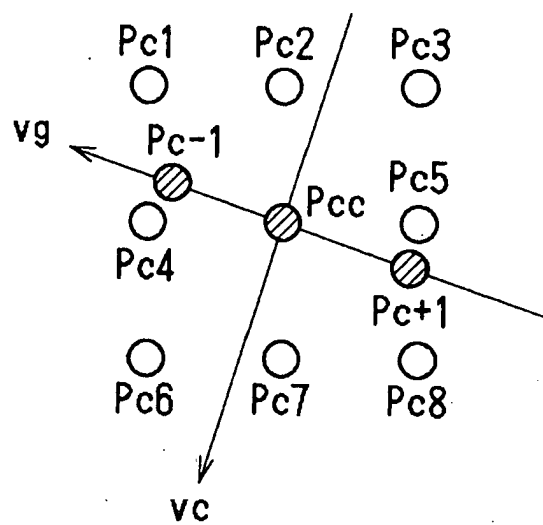


【图 6】





【图 7】



【图 8】

